

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 05-160245

(43)Date of publication of application : 25.06.1993

(51)Int.Cl.

H01L 21/68
H01L 21/027

(21)Application number : 03-323229

(71)Applicant : NIKON CORP

(22)Date of filing : 06.12.1991

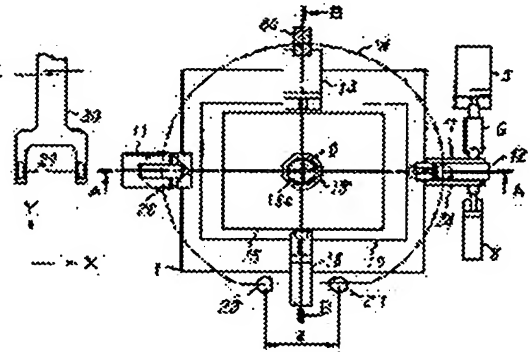
(72)Inventor : AOYAMA MASAOKI
YAMAGUCHI ATSUSHI

(54) CIRCULAR BOARD POSITIONING APPARATUS

(57)Abstract:

PURPOSE: To both accurately position a circular board at a high speed and to detect a defect of a peripheral edge of the board.

CONSTITUTION: X-, Y-stages 10, 15 and a turntable 18 provided further thereon are provided on a $\Delta\theta$ stage 1. Information representing a variation in a deviated amount from a rotating center of a peripheral edge of a wafer W during rotation of the turntable 18 is detected by an analog sensor 20. A defect discriminator detects the defect of the peripheral edge based on the detected information. A main control system so controls the rotation of the table 18 as to set a cutout in an X direction. After the cutout is set to the X direction, the control system controls the stages 10, 15 and the stage 1 based on the detected information at three positions of the peripheral edge of the wafer W by spot sensors 24, 27, 28. Thus, the positioning accuracy of the wafer W in an orthogonal coordinates system XY can be improved, and further the defect of the peripheral edge of the wafer can simultaneously be detected.



(19)日本国特許庁(J P)

(12) 公 開 特 許 公 報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平5-160245

(43)公開日 平成5年(1993)6月25日

(51)Int.Cl.⁵

H 0 1 L 21/68
21/027

識別記号

庁内整理番号

M 8418-4M

7352-4M

8831-4M

F I

H 0 1 L 21/ 30

3 0 1 Z

3 4 1 L

技術表示箇所

審査請求 未請求 請求項の数1(全10頁)

(21)出願番号

特願平3-323229

(22)出願日

平成3年(1991)12月6日

(71)出願人 000004112

株式会社ニコン

東京都千代田区丸の内3丁目2番3号

(72)発明者 青山 正昭

東京都品川区西大井1丁目6番3号 株式
会社ニコン大井製作所内

(72)発明者 山口 敦史

東京都品川区西大井1丁目6番3号 株式
会社ニコン大井製作所内

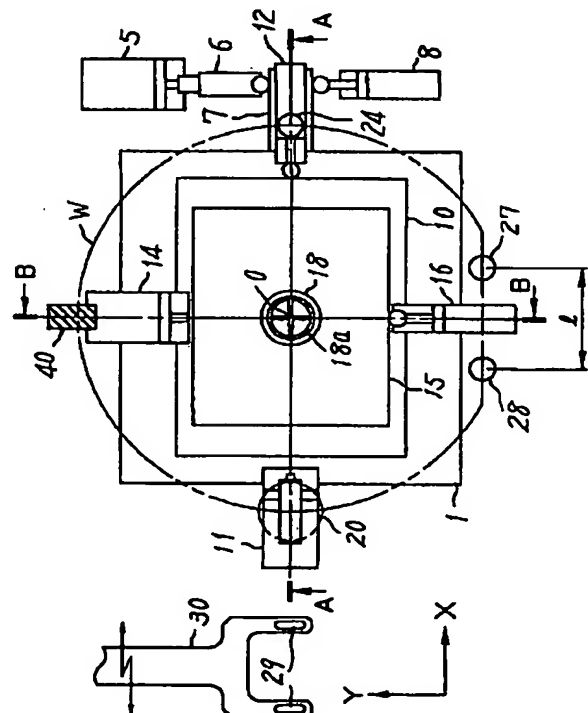
(54)【発明の名称】 円形基板の位置決め装置

(57)【要約】

【目的】 高精度、高速な円形基板の位置決めと基板周縁部の欠陥検出とを可能とする。

【構成】 $\Delta\theta$ ステージ1上にX、Yステージ10、15、さらにその上にターンテーブル18を設ける。ターンテーブル18の回転中に、ウェハWの周縁部分の回転中心Tcからの変位量の変化を表す情報をアナログセンサ20により検出し、この検出された情報に基づいて、欠陥判定部37は周縁部分の欠陥を検出するとともに、主制御系36は切欠きをX方向に設定するようにターンテーブル18の回転を制御する。主制御系36は切欠きがX方向に設定された後、スポットセンサ24、27、28によるウェハWの周縁部分の3カ所での検出情報に基づいてX、Yステージ10、15と $\Delta\theta$ ステージ1とを制御する。

【効果】 直交座標系XYに対するウェハWの位置決め精度を向上させることができ、さらにウェハ周縁部の欠陥検出も同時に行うことができる。



【特許請求の範囲】

【請求項 1】 所定の直交座標系に対して、所定形状の切欠きを備えた円形基板を位置決めする装置において、前記直交座標系の座標原点をほぼ中心として微小回転可能な第 1 回転ステージと；該第 1 回転ステージ上に設けられ、前記直交座標系内で 2 次元移動可能な直動ステージと；該直動ステージ上に設けられ、前記円形基板を保持して少なくとも 1 回転以上回転可能な第 2 回転ステージと；該第 2 回転ステージの回転中に、前記円形基板の周縁部分の回転中心からの変位量の変化を表す情報を非接触で検出する非接触型の第 1 の検出器と；該検出された情報に基づいて、前記円形基板の切欠きを前記直交座標系上の所定の方向に設定するように、前記第 2 回転ステージの回転の停止を制御する第 1 の位置決め制御手段と；前記円形基板の周縁部分の少なくとも 3 カ所の位置を非接触で検出し得るように、前記直交座標系内の予め決められた少なくとも 3 カ所に検出点を有する非接触型の第 2 の検出器と；前記第 1 の位置決め制御手段によって前記切欠きが所定の方向に設定された後、前記第 2 の検出器の少なくとも 3 カ所の検出点での検出情報に基づいて前記直動ステージと第 1 回転ステージとを制御する第 2 の位置決め制御手段とを有し、前記円形基板の中心を前記座標原点に対して常にほぼ一定の係に位置決めし、かつ前記直交座標系に対する前記円形基板の残留回転誤差をほぼ零にするとともに、前記第 1 の検出器によって検出された情報に基づいて、前記円形基板の周縁部分の欠陥を検出する検出手段を備えたことを特徴とする円形基板の位置決め装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】 本発明は、例えば半導体素子製造工程で使用される製造装置や検査装置に好適な切欠き（オリエンテーション・フラット、ノッチ）を備えた円形基板（半導体ウエハ）の位置決め装置に関し、特に位置決め精度が要求される露光装置（ステッパー、アライナー等）に好適な位置決め装置に関するものである。

【0002】

【従来の技術】 従来より半導体素子製造工程、特にリソグラフィ工程で使用される露光装置や検査装置では、オリエンテーション・フラット（以下 OF と呼ぶ）やノッチを使って装置に対してウエハの位置決めを行っている。特に露光装置では、半導体素子の高集積化や微細化に応じてアライメント精度を高くしなければならず、これに伴って精度良くウエハを位置決めして装置に装着する要求が高まっている。この種の位置決め装置は露光装置内部のウエハ搬送路中に配置され、例えば円周部と切欠きとに当接し得る基準部材にウエハを押圧する方式、もしくは周縁部分に光ビームを照射して光学的に切欠きを検出する方式が採用される。ここで、前者の方式は基準部材にウエハを直接接させるので、ウエハの欠けや

レジストの剥離等が生じ易く、しかもこれらが異物としてウエハ表面に付着して歩留りを低下させるため、現在では後者の方式が主流となっている。

【0003】

【発明が解決しようとする課題】 しかしながら、上記の如き従来技術においては、ウエハの周縁部分に欠陥がある、例えば凹凸（欠け等）が生じていたり、あるいはレジスト層が部分的にウエハからはみ出して形成されている場合、これらの凹凸部を誤検出して位置決め精度が低下し得るという問題点があった。これは後工程、特に露光工程において重ね合わせ（アライメント）精度、すなわち歩留り等を低下させる要因となり得る。さらに、レジストが部分的にはみ出したウエハをそのまま露光装置に搬入すると、当該レジストが異物としてウエハ表面に付着して歩留りが低下し得るという問題もある。

【0004】 本発明は、以上の点を考慮してなされたもので、高精度、高速に円形基板の位置決めを行うことができるのと同時に、円形基板の周縁部分の欠陥を検出することで、後工程（特に露光工程）での円形基板の凹凸やレジストの剥離等に起因した歩留りの低下等を防止できる位置決め装置を得ることを目的としている。

【0005】

【課題を解決するための手段】 かかる問題点を解決するため本発明においては、所定の直交座標系 XY に対して、所定形状の切欠き〔OF、ノッチ〕を備えた円形基板〔ウエハ W〕を位置決めする装置において、直交座標系 XY の座標原点 O をほぼ中心として微小回転可能な第 1 回転ステージ〔 $\Delta\theta$ ステージ 1〕と；第 1 回転ステージ上に設けられ、直交座標系 XY 内で 2 次元移動可能な直動ステージ〔X、Y ステージ 10、15〕と；直動ステージ上に設けられ、円形基板を保持して少なくとも 1 回転以上回転可能な第 2 回転ステージ〔ターンテーブル 18〕と；第 2 回転ステージの回転中に、円形基板の周縁部分の回転中心 Tc からの変位量の変化を表す情報を非接触で検出する非接触型の第 1 の検出器〔アナログセンサ 20〕と；この検出された情報に基づいて、円形基板の切欠きを直交座標系 XY 上の所定の方向〔例えば X 方向〕に設定するように、第 2 回転ステージの回転の停止を制御する第 1 の位置決め制御手段〔第 1 信号処理系 32、ステージコントローラ 35、及び主制御系 36〕と；円形基板の周縁部分の少なくとも 3 カ所の位置を非接触で検出し得るように、直交座標系 XY 内の予め決められた少なくとも 3 カ所に検出点を有する非接触型の第 2 の検出器〔スポットセンサ 24、27、28〕と；第 1 の位置決め制御手段によって円形基板の切欠きが所定の方向に設定された後、第 2 の検出器の少なくとも 3 カ所の検出点での検出情報に基づいて、直動ステージと第 1 回転ステージとを制御する第 2 の位置決め制御手段〔第 2 信号処理系 33、ステージコントローラ 35、及び主制御系 36〕とを設け、円形基板の中心を座標原点

0に対して常にほぼ一定の関係に位置決めし、かつ直交座標系XYに対する円形基板の残留回転誤差($\Delta\alpha$)をほぼ零にするとともに、第1の検出器によって検出された情報に基づいて、円形基板の周縁部分の欠陥を検出する検出手段〔欠陥判定部37〕を設けることとした。

【0006】

【作用】本発明においては、円形基板の位置決めを行うに際して、第2回転ステージの回転中に、円形基板の周縁部分の回転中心からの変位量の変化を表す情報を非接触で検出する非接触型の第1の検出器からの出力情報を用いて、円形基板の周縁部分の欠陥(欠け等)を検出することとした。従って、上記欠陥に起因して歩留りの低下等が生じ得る円形基板については、例えばブザー、またはエラー表示によってオペレータに知らせる、あるいは自動化することによって、予め位置決めを行うことなく装置(すなわち基板処理のための搬送ライン)から不良品として排除することができる。このため、不良な円形基板が後工程に送られることがなく、後工程、特に露光工程でのスループットや歩留り等の低下を防止することが可能となる。

【0007】

【実施例】図1は本発明の第1の実施例による位置決め装置の概略的な構成を示す平面図、図2は図1のA-A矢視断面図であって、本実施例ではOF(直線的な切欠き)を備えたウエハに好適な位置決め装置について説明する。尚、本実施例の位置決め装置はステッパの内部、特にウエハ搬送部に組み込まれているものとする。また、ここでは説明を簡単にするため、図1において直交座標系XYを規定し、最終的にはウエハセンタが直交座標系XYの原点Oと一致し、かつ直交座標系XYに対するウエハの回転誤差が零となる、すなわちOFの向き(エッジ方向)が所定のOF整合方向(例えばX方向)と平行になるように、ウエハの位置決めを行うものとする。

【0008】図1、図2において、 $\Delta\theta$ ステージ1はベース3及びガイドベアリング4を介して基盤2上に支持されると共に、その回転中心が直交座標系XYの原点Oとほぼ一致するように設置されている。さらに、 $\Delta\theta$ モータ5と送りねじ6とで $\Delta\theta$ ステージ1に固着されるレバー7を駆動することによって直線運動が回転運動に変換され、例えば $\pm 2^\circ$ の範囲で原点Oを中心として微小回転可能に構成される。 $\Delta\theta$ ステージ1の回転量は、レバー7を挟んで $\Delta\theta$ モータ5及び送りねじ6と対向して配置され、レバー7の側面に当接したデジタルマイクロメータ8によって、例えば $0.5\mu\text{m}$ 程度の分解能で送りねじ6の送り量を測定することにより検出される。

【0009】また、 $\Delta\theta$ ステージ1上にはX方向に伸びたガイド部材9に沿って移動するXステージ10が配置され、さらにXステージ10上にはY方向に伸びたガイド部材13に沿って移動するYステージ15が配置され

る。X、Yステージ10、15は、ステッピングモータ(Xモータ)11、(Yモータ)14により駆動され、その位置はデジタルマイクロメータ12、16によって、例えば $0.5\mu\text{m}$ 程度の分解能で検出される。Yステージ15上にはウエハWを保持して無限に回転可能な θ ステージ(ターンテーブル)18が設けられ、ターンテーブル18はXステージ10の下部に、モータホルダ55を介して固着された θ モータ17により所定の速度で回転される。

【0010】図示していないが、 θ モータ17はターンテーブル18の回転量を検出するための手段(後述のエンコーダ31)も備えている。ターンテーブル18の表面には、中心から放射方向に伸びた凹部、及び環状凹部(真空吸着溝)18aが形成され、これら溝18aの底面に設けられた吸気孔(不図示)と連通したスリーブ状の孔19を真空源につなげて減圧することにより、ウエハWの裏面と溝18aとで囲まれた空間が負圧になって、ウエハWがターンテーブル18に吸着される。

【0011】また、搬送アーム(フォーク)30は先端部に形成された真空吸着面29によりウエハWを裏面から吸着して保持するとともに、不図示のガイド機構によって紙面左右方向(X方向)へ移動可能に構成されている。従って、ローダカセット(ウエハキャリア)に収納されたウエハWはフォーク30により搬出され、フォーク30上に載置されてターンテーブル18の上方まで移動した後、フォーク30とターンテーブル18とがZ方向に相対移動(搬送アーム30が下降、もしくはターンテーブル18が上昇)し、ウエハWはターンテーブル18に受け渡され吸着される。

【0012】この際、 $\Delta\theta$ ステージ1の回転中心(原点O)に対するウエハセンタのずれ量が、例えば $\pm 5\text{mm}$ 以内に抑えられてターンテーブル18に受け渡されるものとする。また、ターンテーブル18の回転中心(後述のTc)が $\Delta\theta$ ステージ1の回転中心(原点O)に対してずれていると、上記ずれ量が $\pm 5\text{mm}$ より大きくなり得る。この状態のまま位置決めを開始しても構わないが、そのためには上記ずれ量の最大値を見込んでX、Yステージ10、15の移動ストロークを長くしなければならない。そこで、本実施例ではX、Yステージ10、15を所定のニュートラル位置、例えば移動ストロークの中心にある時、 $\Delta\theta$ ステージ1の回転中心(原点O)とターンテーブル18の回転中心とがほぼ一致するように構成し、上記ニュートラル位置にてウエハWの受け渡しを行うものとする。

【0013】尚、上記ニュートラル位置でのX、Yステージ10、15のX、Y座標値を共に零とし、この時のデジタルマイクロメータ12、16の検出値を読み込んで記憶しておく。さて、アナログセンサ20はウエハの回転に伴うウエハエッジのターンテーブル18の回転中心Tcからの位置変化を定点検出するものであって、後

20

30

40

50

述する概略OF合わせや欠陥検出に使用される。図1において、アナログセンサ20はX軸上で、スリット状の受光面（不図示）が原点Oに向けて（ウェハの半径方向に延びて）配置されているが、原点O（ $\Delta\theta$ ステージ1の回転中心）を中心とするウェハサイズに対応した円周上のどこに配置しても構わない。図2に示すようにアナログセンサ20は、レジスト層を感光させない波長の照明光ILを発生する光源21と、照明光ILを平行光束にするレンズ22と、ウェハ周縁部分を挟んで光源21と対向するように配置される光電検出器23（ポジショセンサ、CCDリニアセンサ等）とで構成される。

【0014】図3に示すように、アナログセンサ20（光電検出器23）は受光した照明光ILの強度に応じた光電信号を第1信号処理系32に出力し、ここでエンコーダ31からの回転角情報も入力され、ターンテーブル18の単位回転角（例えば、 0.5° ）毎にウェハエッジの位置変化が検出されることになる。このため、第1信号処理系32の内部には、エンコーダ31からのアップダウンパルスにตอบสนองしてアナログセンサ20からの信号波形をデジタルサンプリングするA/Dコンバータ

やメモリが設けられる。

【0015】また、スポットセンサ24、27、28はX、Yステージ10、15を移動させてウェハエッジの位置を検出するためのものであって、後述する位置決め誤差（ ΔX 、 ΔY 、 $\Delta\alpha$ ）の検出に使用される。図1において、スポットセンサ24は原点Oに関してアナログセンサ20とほぼ対称にX軸上に配置され、スポットセンサ27、28は互いにY軸に関してほぼ対称に、かつX方向に並んで配置されている。当然ながら、これらは位置決めすべきウェハのサイズ規格に合わせて配置され

ている。図2に示すように、スポットセンサ24はウェハ表面で微小スポット（例えば直径で $50\mu\text{m}$ 程度）となる平行光束SP（非露光波長）を発生する投光器25と、ウェハ周縁部分を挟んで投光器25と対向して配置される光電検出器26とによって構成される。

【0016】図3において、第2信号処理系33はA/Dコンバータやメモリ等を有し、スポットセンサ24（光電検出器26）からの光電信号とデジタルマイクロメータ（デジマイ）12からの位置情報とを入力し、ウェハエッジが微小スポット光SPを横切った時の位置を検出する。ここで、第2信号処理系33はスポットセンサ24からの光電信号の有無に基づいてエッジ位置を検出しても構わないが、正確には微小スポット光のビーム径を無視できないので、Xステージ10の単位移動量（例えば、 $0.5\mu\text{m}$ ）毎に光電信号をサンプリングしてデジタル値に変換した後、所定の演算処理によりエッジ位置を検出する。スポットセンサ27、28も全く同じ構成、機能であるので、ここでは説明を省略する。

【0017】ここで、スポットセンサ24は円周部（但し、スポットセンサ27、28の垂直二等分線との交点

を除く）であればどこに配置しても良い。一方、スポットセンサ27、28はその間隔1がOFの長さより短くなるようにOF整合方向に沿って配置されていれば良い。さらに、スポットセンサ27、28はOF整合方向に対して、例えば $\Delta\theta$ ステージ1の可動範囲（回転量）に応じた微小角度だけ傾いていても構わない。この場合には、スポットセンサ27、28へOFを追い込んだ後、上記傾き角だけ $\Delta\theta$ ステージ1を回転させれば、同様に精密OF合わせ（詳細後述）を実行できる。

【0018】図3において、詳しくは後で述べるが、第1信号処理系32は所定の演算処理によって、メモリ内に格納された波形データからその波形上の特徴を求め、この情報を主制御系36と欠陥判定部37とに出力する。欠陥判定部37は第1信号処理系32からの入力データと、予めメモリ（不図示）内に格納されている欠陥検出すべきウェハの外形状に関する情報（例えば外径、OF長さ、及びこれらの許容誤差量等）とを比較し、ウェハの周縁部分の欠陥（ウェハの凹凸やレジストの凸部等）を検出する。本実施例では、欠陥判定部37での検出結果が表示装置（ブラウン管等）38にて表示されるように構成されており、例えば画面上でウェハ周縁部のどの位置に、どの程度の大きさの欠陥があるかが表示される。尚、大きさに関しては幾つかにランク分けして表示するようにしても良い。

【0019】欠陥判定部37のメモリ内には、この位置決め装置（すなわち露光装置）で扱うべき複数種類のウェハの名称（ウェハ毎、または複数枚（25枚程度）のウェハを収納可能なロット毎に付されている）と、各名称に対応した外形状に関する情報とが予め登録されている。そして、ウェハまたはロットに形成されている識別コード（バーコード等）を、不図示のバーコードリーダ等で読み取ることにより、欠陥判定部37はその名称に対応した外形情報をメモリから読み出して欠陥検出を行うことになる。尚、識別コードには名称でなく、外形情報そのものを書き込んでおいても構わない。また、オペレータが入力装置（キーボード等）によって外形情報を、主制御系36、すなわち欠陥判定部37へ直接入力するようにしても良い。

【0020】また、欠陥判定部37での検出結果は主制御系36にも出力され、主制御系36は当該ウェハの良否を判定して位置決めを行うか否か、換言すれば当該ウェハを後工程（露光工程）へ送るか否かを判断し、良好と判断すると、直ちに後述の概略OF合わせを実行する。一方、不良と判断すると、主制御系36はブザー、またはその旨を表示装置38の画面上にエラー表示することによってオペレータに知らせる。尚、ウェハの良否をオペレータが表示装置38の画面上に表示された欠陥検出結果を見て判定するようにしても良い。また、不良と判断されたウェハはオペレータによって装置（ウェハ処理のための搬送ライン）から取り除かれることになる

が、主制御系36が不良と判断されたウエハを直ちに装置から搬出するように自動化しても構わない。

【0021】さらに主制御系36は、第2信号処理系33の検出信号に基づいてウエハWの位置決め誤差(ΔX 、 ΔY 、 $\Delta \alpha$)を算出した後、ステージコントローラ34に所定の制御指令を与え、ステージコントローラ34はX、Yモータ11、14及び $\Delta \theta$ モータ5を駆動してウエハの位置決めを実行する。その他、第1信号処理系32の検出信号に基づいて、概略OF合わせ時の θ モータ17の駆動量に対応した指令をステージコントローラ35に出力する。

【0022】次に、図4を併用して上記構成の装置での位置決め動作を説明する。図4はOF付ウエハの位置決めシーケンスを表した図である。まず、ウエハWは $\Delta \theta$ ステージ1の回転中心(原点O)に対するウエハセンタWcのずれ量が $\pm 5\text{ mm}$ 以内に抑えられてターンテーブル18に受け渡される(図4(a))。そして、主制御系36はターンテーブル18を回転させながら、アナログセンサ20においてウエハWで遮光されない照明光ILを光電検出する。このとき、本実施例では後述の如くウエハの周縁部分の全域で欠陥検出を行うので、ターンテーブル18を少なくとも1回転させる必要がある。

【0023】第1信号処理系32は、エンコーダ31からのアップダウンパルスにตอบสนองしてアナログセンサ20からの光電信号をサンプリングし、各サンプリング値をデジタル値に変換してメモリ(不図示)に番地順に記憶させる。この結果、図5(a)に示すようなウエハエッジのプロフィールに対応した信号波形データが、第1信号処理系32のメモリ内に得られる。図5(a)は光電信号のレベル(電圧)Vと回転角 θ との関係、すなわち回転に伴うウエハエッジの回転中心Tcからの位置変化を表すものである。

【0024】さらに、第1信号処理系32はソフトウェア的な微分演算処理(ハードウェアで行っても良い)により、図5(a)の波形データを図5(b)に示すような波形データに変換する。図5(b)において零クロス点 θ_1 (微分値)がOF中心に対応した回転角である。そこで、第1信号処理系32はメモリ内に格納された波形データから、その波形上の最大値(ピーク値)と最小値(ボトム値)との間にある零クロス点の回転角度値 θ_1 を求める。

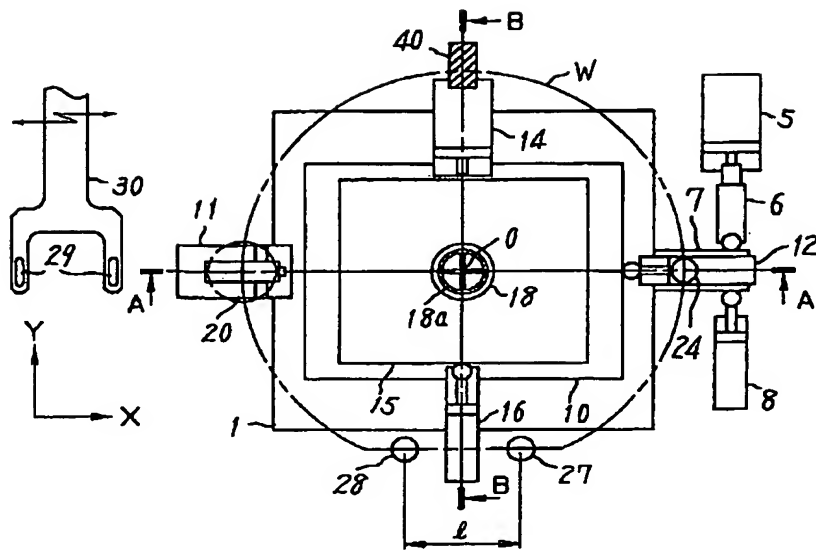
【0025】ところで、周縁部分に凹凸部(欠け等)の欠陥のないウエハでは、OF部においてのみ図5(b)中に示したように微分波形上に最大値、最小値及び零クロス点 θ_1 が得られることになる。しかしながら、周縁部分に欠陥が存在するウエハではOF部とともに、当該欠陥の各々においても、OF部と同様に最大値、最小値及び零クロス点 θ_1 に相当する波形データが得られるはずである。ここで、図5(a)の波形データは、ウエハの周縁部分にOF部とともに欠陥としての凹部(欠け)

も存在している場合を示している。図5(a)の波形データから明かなように、一般に欠け等の欠陥においてはOF部と比較してその信号変化が急峻となっている。このため、図5(b)に示したような波形データ上で、その微分値(最大値及び最小値)はOF部での最大値及び最小値と比較して大きくなっている。尚、図5(b)において波形データ上での最大値と最小値との幅 $\Delta \theta_1$ 、 $\Delta \theta_2$ の各々は、図6に示すようにOF長さ、欠陥の大きさ(幅)を表す角度 α_1 、 α_2 に相当している。

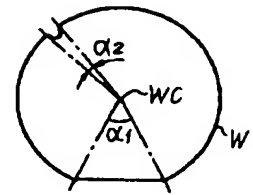
【0026】以上のことから、欠陥検出すべきウエハの外形形状に関する情報を用いて、図5(b)の微分波形データ上でOF部に相当する部分(最大値、最小値及び零クロス点 θ_1)を特定する。つまり、OF部を表す設計上の角度 α_1 (図6)から一義的に定められる波形データ上での最大値と最小値との幅 $\Delta \theta$ に最も近い値(ここでは $\Delta \theta_1$)を波形データから選び出し、この値が得られた部分をOF部として決定すれば良い。これによって、この特定されたOF部以外で最大値と最小値とが現れている部分(幅 $\Delta \theta_2$)が欠陥として検出されることになる。このように検出された欠陥のウエハ周縁部上での位置は、先に特定されたOF部(すなわち回転角度値 θ_1)を基準として当該欠陥の零クロス点(回転角度値 θ_2)を検出することにより決定される。さらに上記欠陥の程度(大きさ)は、図5(a)中での欠陥相当部の光電信号のレベル(電圧値)や図5(b)中での欠陥相当部の最大値と最小値との幅($\Delta \theta_2$)等から求められる。尚、図6に示したウエハWにおいて、前者は上記欠陥の半径方向の長さ(深さ)を表し、後者は上記欠陥の円周方向の長さ(幅)を表していることになる。

【0027】そこで、本実施例では第1信号処理系32で図5(b)に示した波形データを算出した後、欠陥判定部37は当該波形データ(すなわち最大値、最小値、及び零クロス点 θ_1 、 θ_2)とウエハの外形形状に関する情報(OF長さ等)を用いて、波形データ上でOF部を特定するとともに、周縁部分の欠陥(その位置や大きさ等)を検出する。この検出結果は表示装置38の画面上に表示されるとともに、主制御系36へ送られる。主制御系36は、この検出結果に基づいてウエハの良否を判定する。つまり、欠陥判定部37にて検出された欠陥、特にその大きさ(ここでは幅 $\Delta \theta_2$ に相当)が所定の許容値を越えているか否か(またはその大きさに関係なく欠陥があるか否か)を判定し、良好(または欠陥がない)と判定すると、直ちに後述の概略OF合わせを実行する。一方、不良(または欠陥がある)と判定すると、主制御系36はブザー、またはその旨を表示装置38の画面上に表示することによってオペレータに知らせる。この結果、不良と判定されたウエハ、換言すれば後工程(露光工程等)で歩留り等を低下させ得ると予想されるウエハについては、オペレータによって、または自

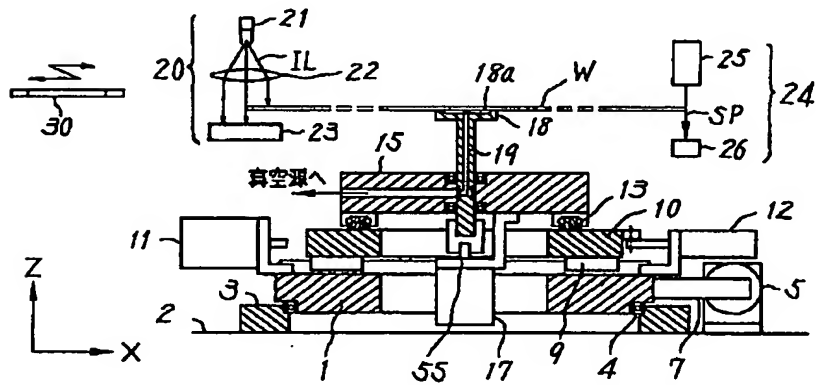
【図1】



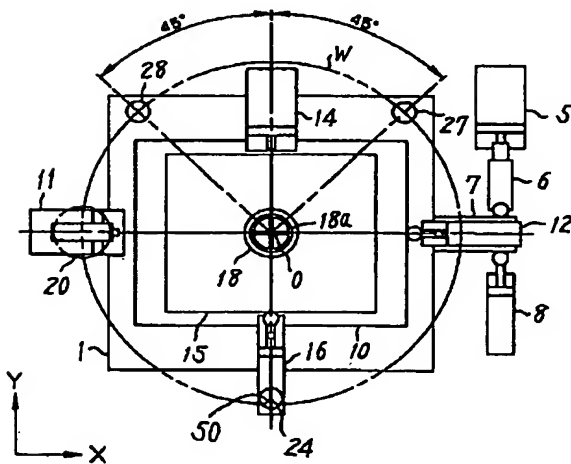
【図6】



【図2】



【図8】



動的に位置決め装置（ウエハ処理のための搬送ライン）から取り除かれ、露光装置へ搬入されることがなくなる。ここでは、装置上のウエハが良好と判定されたものとして、以下説明を続ける。尚、ウエハの良否は欠陥の大きさ（またはその有無）とともに、ウエハの製造誤差までも考慮して判定するようにして構わない。つまり、ウエハの外径やOF長さ等がSEMI、またはJEIDAといった規格を基に設定された許容範囲内に入っているか否かまでも判定し、両方の条件を満足するウエハについてののみ位置決め動作を続行するようにしても良い。

【0028】さて、欠陥検出が終了した後、主制御系36はエンコーダ31の出力をモニタしながら、上記回転角度値 θ_1 が得られるようにターンテーブル18を紙面内で反時計回りに回転させ、スポットセンサ27、28に対してOFを追い込む。この結果、スポットセンサ27、28を結ぶ線分（X方向）に対するOFの回転ずれ（傾き）が所定の許容範囲（例えば、 $\pm 1^\circ$ 程度）以内に抑えられ、スポットセンサ27、28に対するOFの合わせ込み（概略OF合わせ）が完了する（図4（b））。

【0029】尚、本実施例ではターンテーブル18を概略OF合わせのみに用いるので、高精度な θ モータやエンコーダを必要とせず、Yステージ15より上の部分を軽量化できる。例えば、エンコーダ31の分解能と θ モータ17の停止精度とを 0.5° 、 $\pm 1^\circ$ に設定し、この条件を満足する軽量のエンコーダやモータを使用すれば良い。また、ステッピングモータを θ モータ17として使用する場合は、ステッピングモータへの駆動パルスを計数するカウンタと、このカウンタの計数値をアドレス値として入力するメモリとを設け、アナログセンサ20の光電信号をA/Dコンバータを介してデジタルサンプリングすれば、図5（a）と同じ波形データが得られる。この場合はエンコーダも不要となり、さらに軽量化ができる。

【0030】さて、先に述べた概略OF合わせが終了した後、主制御系36はXステージ10を微動し、スポットセンサ24によりウエハエッジのX方向の位置検出を行う。ここでXステージ10を微動すると、スポットセンサ24からは図7（a）に示すような光電信号が出力される。図7（a）は信号レベル（電圧）VとX方向の走査位置との関係を表しており、第2信号処理系33はこの光電信号を所定のスライスレベル SL_1 により波形処理し、ウエハエッジの位置（座標値 X_1 ）を算出する。そして、主制御系36はXデジマイ12を用いてウエハWを上記座標値 X_1 に設定する、すなわちスポットセンサ24にウエハエッジを追い込む。この結果、ウエハWのX方向の位置決めが完了する（図4（c））。

【0031】次に、主制御系36は上述したX方向の位置決めと同様の動作で、スポットセンサ27、28を用いてウエハエッジのY方向の位置検出を行う。図7

（b）、（c）はスポットセンサ27、28からの光電信号を表しており、第2信号処理系33はこれら光電信号をスライスレベル SL_2 、 SL_3 により波形処理し、OFのエッジ位置（座標値 Y_1 、 Y_2 ）を検出する。そして、主制御系36はYデジマイ16を用いてスポットセンサ27、28にOFを追い込む、すなわちYデジマイ16が座標値 $(Y_1 + Y_2) / 2$ を検出した時点でYモータ14を停止させる。この結果、ウエハWのY方向の位置決めが完了する（図4（d））。尚、ここまでの処理によって、 $\Delta\theta$ ステージ1の回転中心（原点O）とウエハセンタ W_c とがほぼ一致することになる。

【0032】さて、次に主制御系36は精密OF合わせを行うべく、座標値 Y_1 、 Y_2 からスポットセンサ27、28に対するOFの傾き、すなわち直交座標系XYに対するウエハWの残留回転誤差 $\Delta\alpha$ を算出し、デジマイ8の計測値をモニターしつつ $\Delta\theta$ ステージ1を揺動して残留回転誤差 $\Delta\alpha$ をほぼ零に補正する。ここで、スポットセンサ27、28の間隔 l は既知寸法（設計値）なので、残留回転誤差 $\Delta\alpha$ は $\Delta\alpha = (Y_1 - Y_2) / l$ の演算で求められる。この結果、ウエハWの精密OF合わせが終了し（図4（e））、上記位置ずれ量 ΔX 、 ΔY 及び残留回転誤差 $\Delta\alpha$ がともにほぼ零となって、ウエハWの位置決めが完了する。尚、精密OF合わせ（すなわち残留回転誤差 $\Delta\alpha$ の算出）に際しては、上記座標値 Y_1 、 Y_2 を用いずとも、Yステージ15を微動して再度OFのエッジ位置を検出するようにしても構わない。

【0033】以上のように本実施例では、高精度にウエハの位置決めを行うことができるとともに、精密OF合わせに先立って $\Delta\theta$ ステージ1の回転中心とウエハセンタ W_c とをほぼ一致させているため、精密OF合わせ（残留回転誤差 $\Delta\alpha$ の回転）に伴ってX、Y方向へウエハWが位置ずれすることはない。さらに位置決め動作に先立ってウエハ周縁部の欠陥検出を行っているため、露光装置のスルーブットや歩留り等を低下させ得るウエハについて位置決め動作を行うことなく、予め当該ウエハを（位置決め装置または搬送ラインから）取り除くことが可能となる。また、位置決め動作（概略OF合わせ）に先立って欠陥検出を行っているため、概略OF合わせと欠陥検出との両方で必要なアナログセンサ20によるウエハの周縁検出が1回で済むといった利点がある。

【0034】ところで、本実施例では周縁部分に凹部（欠け）がある場合について述べたが、当然ながら凸部についても全く同様に検出できる。また、上記実施例においてOF部に欠陥があったとしても、図5（b）の波形データの処理条件を最適化することによって、その欠陥の位置や大きさを検出することができる。さらに、概略OF合わせにアナログセンサ20を用いていたが、光電検出器23としてCCDを用いる系を採用しても、上記実施例と全く同様に欠陥検出を行うことができる。

【0035】また、上記実施例では位置決め動作（概略

OF合わせ)に先立って欠陥検出を行っていたが、欠陥検出を実施するタイミングは任意で良く、例えば位置決め動作終了後に、ターンテーブル18を1回転以上させてアナログセンサ20にてウエハ周縁部を検出するようにしても構わない。さらに主制御系36は、欠陥判定部37での検出結果に基づいてウエハの良否を判定していたが、例えば位置決め装置では欠陥判定部37により欠陥検出のみを行うようにしても良く、この場合には露光装置本体または搬送装置(ウエハローダ)側の主制御系へ上記検出結果を送り、ここでウエハの良否を判定して、そのままウエハを露光装置へ送るか、あるいはカセット(ロット)へウエハを戻すかを決定することが望ましい。

【0036】さらに、上記実施例ではOFを備えたウエハに好適な位置決め装置を例に挙げて説明したが、図8に示すようなノッチ50を備えたウエハに好適な位置決め装置に対しても本発明を適用して同様の効果を得ることができる。図8では図1に示した装置と同じ機能、作用の部材には同一の符号を付してある。図8から明かなように、図1との差異はスポットセンサ24、27、28の配置だけなので、ここでは構成の説明は省略するが、スポットセンサ24はY軸上に配置され、スポットセンサ27、28はY軸に関してほぼ対称に、かつY軸から所定角度(図では45°)だけ傾いて配置されている。尚、上記実施例では位置決め装置に欠陥検出機能を持たせた例を説明したが、位置決め装置から分離して単独の欠陥検査装置として利用することもできる。

【0037】また、ウエハの周縁部分を所定幅(1~7mm程度)だけ露光する装置、いわゆる周縁露光装置に対しても、上記実施例と同様に欠陥検出機能を持たせることができる。この種の装置では露光幅を正確に管理するため、レジスト層を感光させる露光光束のうち周縁部で遮光されずに光電検出器に到達した光束の光強度に応じて、露光光束とウエハとをその半径方向に相対移動させながら周縁部全域を露光している。従って、先の光電検出器からの光電信号(図5(a)の波形データに相当)を用いることによって、周縁露光と同時に欠陥検出を行うことが可能となる。このとき、上記装置では周縁露光と同時に欠陥検出を行っているので、この検出結果から不良と判定され得るウエハに対しても周縁露光が行われることになる。そこで、ウエハを少なくとも1回転させながら、その周縁部分に露光光束と異なる波長域(非露光波長)の照明光束を照射し、周縁部で遮光されずに光電検出器に到達した光束の光強度の変化(すなわちウエハの外径情報を表す図5(a)の波形データに相当する)を検出する。このとき、光電検出器からの検出信号に基づいて、照明光束とウエハとをその半径方向に相対移動させながらウエハを回転させるようにしても構わない。しかる後、先の検出結果(ウエハの外径情報、または単位角度毎の照明光束とウエハとの半径方向の相

対位置関係)を用いて、露光光束とウエハとをその半径方向に相対移動しながら周縁部全域を露光するように構成する。尚、当然ながら露光光束と照明光束とは、予め定められた位置関係に固定されている。以上のように周縁露光動作に先立ち、非露光波長の照明光束を用いてウエハの周縁検出を行うような装置では、その検出結果から上記実施例と同様にウエハ周縁部の欠陥を検出することが可能となる。従って、欠陥検出結果から不良と判定されたウエハについては周縁露光を行わずに済み、装置のスループットを向上させることができる。また、上記の如き周縁露光機構(露光光束の照射部とその受光部(光電検出器)のみで構わない)を、図1に示した位置決め装置に組み込んでも良く、この場合にはアナログセンサ20を、周縁露光動作に先立ち非露光波長の照明光束を用いてウエハの周縁検出を行う系として利用することができる。

【0038】

【発明の効果】以上のように本発明によれば、円形基板の位置決め装置に基板周縁部の欠陥検出機能を持たせたので、後工程(露光工程等)で歩留り等を低下させ得る円形基板については位置決め動作を行わずに済むといった利点がある。これによって、半導体製造ライン全体でのスループットや歩留り等を向上させることが可能となる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の一実施例による円形基板の位置決め装置の概略的な構成を示す平面図。

【図2】図1のA-A矢視断面図。

【図3】本発明の一実施例の制御系のブロック図。

【図4】OF付ウエハの位置決めシーケンス図。

【図5】概略OF合わせの動作の説明に供する図。

【図6】本発明の一実施例における欠陥検出動作の説明に供する図。

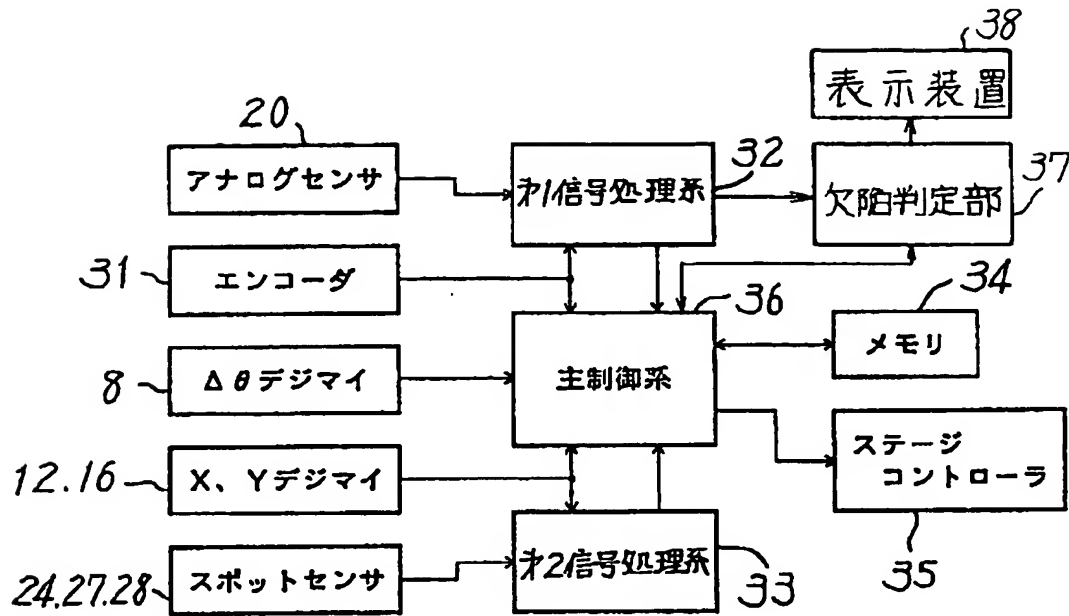
【図7】スポットセンサから得られる光電信号の波形を表す図。

【図8】ノッチを備えたウエハの位置決め装置の概略的な構成を示す平面図。

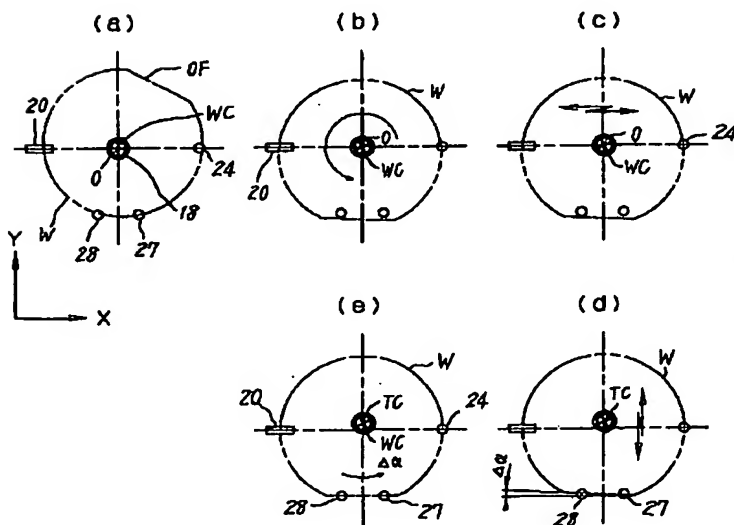
【符号の説明】

1	$\Delta\theta$ ステージ
10	Xステージ
15	Yステージ
18	ターンテーブル
20	アナログセンサ
24、27、28	スポットセンサ
30	搬送アーム(フォーク)
32	第1信号処理系
33	第2信号処理系
34	メモリ
36	主制御系
37	欠陥判定部

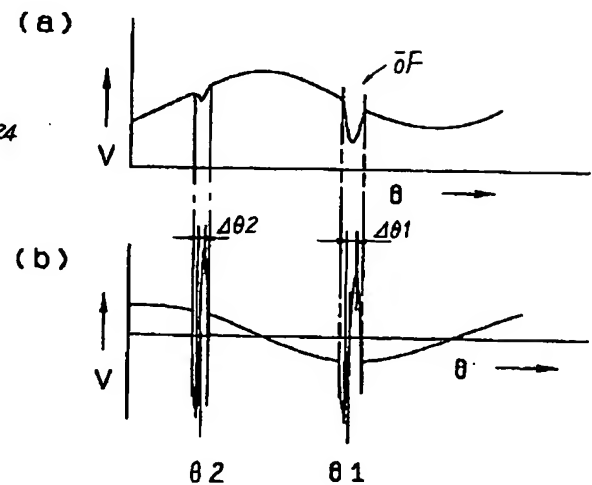
【図3】



【図4】



【図5】



【図 7】

